

AJUSTE DEL VOLUMEN QUE SE DISTRIBUYE Y UTILIZACIÓN DE PRODUCTOS MENOS AGRESIVOS CON EL MEDIO Y LA SALUD

# Optimización de las dosis de aplicación de fitosanitarios en tratamientos mecanizados

En este artículo se repasan algunas de las contribuciones que el Centro de Agroingeniería del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) ha realizado para la optimización de las dosis de aplicación de fitosanitarios en tratamientos mecanizados

en cítricos. En este sentido, se ilustran actuaciones relacionadas con el ajuste del volumen que se distribuye y la utilización de productos para el control de plagas menos agresivos con el medio ambiente y la salud de las personas.

Enrique Moltó, Cruz Garcerá y Patricia Chueca.

Centro de Agroingeniería. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). Moncada, Valencia.

**L**a creciente conciencia medioambiental de la sociedad europea, así como la preocupación por preservar la salud de personas y animales, han estimulado en los últimos años importantes acciones legislativas tendentes a minimizar los riesgos asociados a la utilización de fitosanitarios. La Directiva 2009/128/CE (DOUE, 2009) establece

el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas y plantea que «deben promoverse a escala europea y nacional programas de investigación destinados a determinar el impacto de la utilización de los plaguicidas en la salud humana y el medio ambiente».

El espíritu de la Directiva es establecer herramientas y acciones encaminadas hacia una reducción de los riesgos derivados de la utilización de los productos fitosanitarios. Una manera de hacerlo es a través de la reducción de la cantidad total de productos empleados. De hecho, Dinamarca y Francia ya han puesto en marcha

planes de actuación específicos en sus territorios con este fin.

Por otra parte, el artículo 14 de esta Directiva, en referencia a la gestión integrada de plagas, dice que «los Estados miembros adoptarán todas las medidas necesarias para fomentar la gestión de plagas con bajo consumo de plaguicidas, dando prioridad, cuando sea posible, a los métodos no químicos, de manera que los usuarios profesionales de plaguicidas opten por las prácticas y los productos que supongan riesgos mínimos para la salud humana y el medio ambiente, de entre todos los disponibles para tratar un mismo problema de plagas».





Como consecuencia de todo lo anteriormente expuesto, para la optimización de los tratamientos fitosanitarios en citricultura debemos actuar en los siguientes aspectos:

- Ajuste de las dosis de productos que se aplican, lo que incluye tanto la disminución del volumen de producto que se debe aplicar, como el adecuado ajuste de la máquina para que la aplicación sea precisa (depositar producto sólo en los lugares necesarios y no producir deriva).

- Priorizar las técnicas de protección integrada, entre ellas, la utilización de productos menos agresivos con el medio ambiente y la salud humana.

En este artículo se repasan algunas de las contribuciones que se han realizado en este sentido desde el Centro de Agroingeniería del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Para ello se ha dividido el artículo en los siguientes apartados:

- Ajuste del volumen que se distribuye.
- Utilización de productos menos agresivos con el medio ambiente y la salud de las personas.

## Ajuste del volumen que se distribuye

El Centro de Agroingeniería ha trabajado en el ajuste de las dosis con que se deben aplicar los productos fitosanitarios, con la finalidad de determinar los parámetros operativos de las máquinas que satisfagan la necesidad de controlar las plagas de la manera más eficiente. Para ello es imprescindible considerar tanto las características biológicas de las plagas como las características agronómicas de la parcela en la que se encuentran.

En general, nos encontramos ante el problema de que, en todas las recomendaciones de tratamientos fitosanitarios, los volúmenes de caldo a aplicar se expresan en litros por unidad de superficie. Sin embargo, no se tiene en cuenta

## CUADRO I.

Niveles de infestación de piojo rojo de California en distintos tratamientos.

Tratamiento			N° escudos/fruto	
Denominación	Volumen	Concentración de clorpirifos	Parcela A	Parcela B
D1	3.000 l/ha	Máxima	28,87 ± 3,97 bc	8,94 ± 1,98 bc
D2		Mínima+aceite	28,59 ± 3,65 bc	7,12 ± 1,55 c
D3		Mínima	40,21±5,40 ab	16,04±2,91 ab
D4	5.000 l/ha	Máxima	34,61 ± 4,11 bc	4,13 ± 1,02 c
D5		Mínima+aceite	19,17 ± 3,05 c	3,81 ± 1,14 c
D6		Mínima	27,27 ± 4,05 bc	5,06 ± 1,52 c
Testigo (agua)			55,25 ± 5,21 a	18,89 ± 2,33 a
*Letras iguales dentro de cada columna indican que no existen diferencias estadísticamente significativas-. Prueba de Tukey (p<0,05).				

cómo se distribuye el caldo o qué tamaño y qué densidad tienen los árboles plantados en dicha superficie. Además, la forma convencional de expresar en las etiquetas la dosis recomendada para un tratamiento es la concentración del producto formulado en el volumen de caldo que se va a repartir. Sin embargo, una dosis expresada de este modo puede dar depósitos de materia activa muy diversos, debido principalmente a la estructura del cultivo (volumen de vegetación, marco de plantación, etc.), a la configuración de la máquina de aplicación (velocidad de avance, boquillas utilizadas, presión, etc.), a las condiciones meteorológicas durante y después de la aplicación y al volumen de agua empleado.

## Piojo rojo de California

El piojo rojo de California, *Aonidiella aurantii* (Maskell) constituye un grave problema económico para la citricultura española y mundial. Esta especie polífaga, presente en gran número de plantas hospedantes ocasionales tanto cultivadas como silvestres, tiene como hospedero preferente a los cítricos (Alfaro Lassala *et al.*, 1993). En la actualidad se emplean contra *A. aurantii* insecticidas organofosforados. Sin embargo, en las condiciones de la Comunidad Va-

lenciana no se dispone de recomendaciones confiables para su aplicación en condiciones de campo, ni está cuantificada su incidencia en el control de la plaga.

Para ilustrar la metodología y su aplicación mostraremos un ejemplo (Moltó *et al.*, 2008). El trabajo se orientó a reducir el uso de clorpirifos al combinarlo con aceites minerales en la lucha contra el piojo rojo de California, así como a estudiar la influencia de la vegetación sobre la cantidad de producto que se deposita en las hojas, con el fin de disminuir la cantidad de organofosforado que se aplica. En este artículo mostramos los ensayos que se realizaron en dos parcelas comerciales ubicadas en la provincia de Valencia, plantadas con mandarina clementina en marco de 5,6 x 5 (22 m<sup>3</sup> vegetación aparente por árbol) (parcela A) y con mandarina clemenules, en marco 5 x 4 y volumen aparente de copa 17 m<sup>3</sup> (parcela B). Los tratamientos se realizaron en primera y segunda generación, en el momento de mayor sensibilidad de la plaga, determinado a través de muestreos sistemáticos de ramas y frutos, con los niveles de tratamiento que se indican en el **cuadro I**.

La unidad experimental fue de un árbol más los dos adyacentes que servían de barrera entre los diferentes tratamientos a ensayar. Se realizaron cinco repeticiones por tratamiento y la asignación de los tratamientos entre los árboles escogidos se realizó aleatoriamente. La estimación de la eficacia de cada tratamiento se realizó a través del cómputo del nivel de infestación de la plaga (número de escudos presentes en veinte frutos por árbol). Paralelamente, para observar la deposición que se realizaba con dichos tratamientos, se utilizaron papeles hidrosensibles. Los papeles se situaron en quince puntos

**Nos encontramos ante el problema de que, en todas las recomendaciones de tratamientos fitosanitarios, los volúmenes de caldo a aplicar se expresan en litros por unidad de superficie. Sin embargo, no se tiene en cuenta cómo se distribuye el caldo o qué tamaño y qué densidad tienen los árboles plantados en dicha superficie**



dentro de la copa de cada árbol a tres alturas (superior, intermedia e inferior) y en cinco orientaciones (central y cuatro laterales perpendiculares). Una vez realizado el tratamiento, se recogieron los papeles, identificándolos según el volumen al que correspondían y la posición que ocupaban en el árbol. Luego se fotografiaron y posteriormente se procedió al análisis de las imágenes utilizando un software comercial, obteniendo el dato de porcentaje de superficie azul frente al total del colector. Es sabido que los recubrimientos que se observan en los papeles hidrosensibles no son los mismos que los que se producen sobre las hojas o ramas del árbol. No obstante, pensamos que a través de este parámetro se obtiene, al menos cualitativamente, una estimación adecuada de la cantidad de deposición del producto.

Como consecuencia directa de resultados obtenidos en laboratorio en trabajos anteriores (Moltó *et al.*, 2007), los recubrimientos de producto se clasificaron en: escasos (0-35% de recubrimiento), óptimos (36-60%) y excesivos (>60%). En la **figura 1** se observa el promedio de recubrimiento observado en las diferentes alturas de los árboles (plano del alzado) y el promedio de recubrimiento observado en el centro y en los laterales de los árboles (plano de la planta) en la parcela A cuando se aplican 3.000 l/ha. Vemos que los niveles de deposición son bajos en todas las zonas estudiadas, sobre todo en la parte central (18%). El recubrimiento medio de los papeles hidrosensibles fue del 31%.

Al aplicar 5.000 l/ha (**figura 2**) aumentó mucho la cantidad de caldo depositada (el recubrimiento medio de los papeles fue 51%) y se alcanzaron los niveles de deposición óptimos en las zonas inferior y alta (en esta última por un ligerísimo aumento del recubrimiento), mientras que en la zona intermedia se alcanza un nivel que suponemos excesivo. En esta parcela, los tratamientos con la concentración mínima de clorpirifos fueron los que presentaron niveles de infestación significativamente menores. Los tratamientos a 5.000 l/ha dieron resultados ligeramente mejores que los de 3.000 l/ha (**cuadro I**).

En la parcela B los niveles de recubrimiento al aplicar 3.000 l/ha se presentan en la **figura 3**. Son valores ya óptimos en las tres alturas, incluso excesivo en la parte central, y el valor medio de recubrimiento es 48%. Al aumentar el volumen a 5.000 l/ha (**figura 4**) el nivel medio de recubrimiento aumenta al 58% y se observan valores excesivos (62 y 69%) en las dos zonas

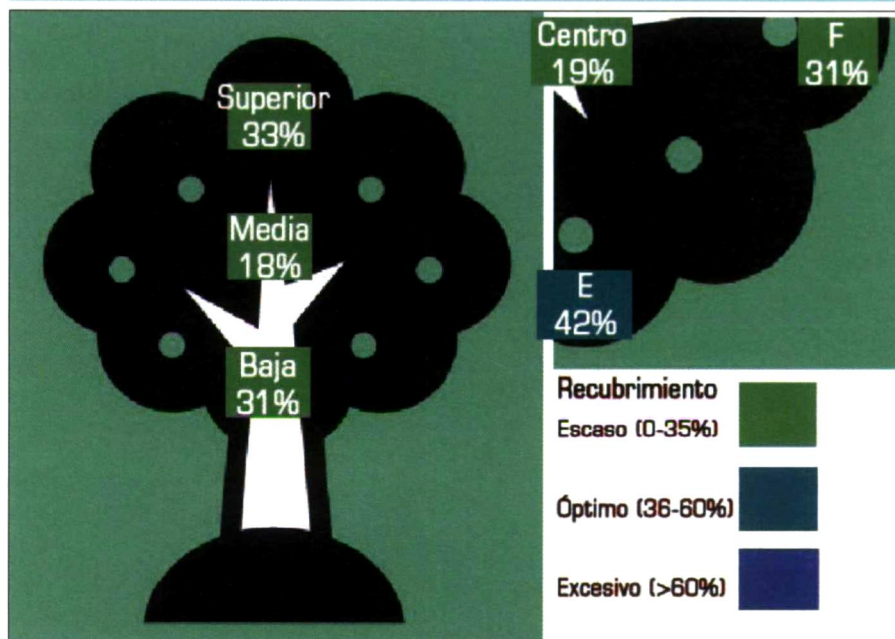
inferiores. Los árboles no tratados presentan niveles de infestación significativamente superiores a los de los árboles a los que se aplicó aceite. Los árboles tratados a 5.000 l/ha presenta-

ron índices de infestación significativamente inferiores a los tratados a 3.000 l/ha (**cuadro I**).

Destaca que en la parcela A se presentó un nivel mayor de infestación en los testigos que en

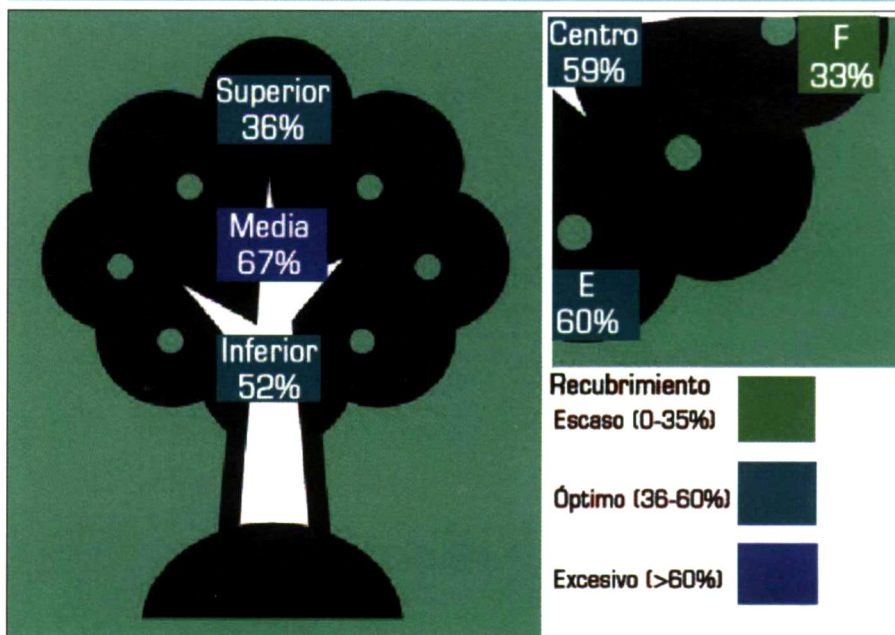
**FIGURA 1.**

**Deposiciones al aplicar 3.000 l/ha en la parcela A. Valor medio de recubrimiento 31%.**



**FIGURA 2.**

**Deposiciones al aplicar 5.000 l/ha en la parcela A. Valor medio de recubrimiento 51%.**





la parcela B, por lo que se puede suponer que partió de una población inicial mayor de piojo rojo de California. En esta parcela se observa que, pese a que se consigue aumentar conside-

rablemente el recubrimiento de los árboles al pasar de 3.000 l/ha a 5.000 l/ha (del 31% al 51%), hay pocas diferencias en el número de escudos por árbol, por lo que sería necesario

considerar si merece la pena el aumento de volumen y, por ende, el aumento de organofosforado liberado. También se observa que el recubrimiento en las zonas superiores de los árboles han sido bajos en ambos tratamientos, por lo que puede que esta zona haya servido, en cierta medida, de reservorio.

En la parcela B, el aumento del volumen aplicado de 3.000 l/ha a 5.000 l/ha supuso, por tanto, una disminución de la presencia de la plaga, pero a costa de un recubrimiento tal vez excesivo en algunas zonas de los árboles.

En ambas parcelas se observó que los tratamientos con los que se obtuvieron niveles de infestación significativamente menores fueron los de aceite más clorpirifos a concentración mínima, lo que parece indicar una sinergia entre los dos productos y permite reducir la dosis aplicada de clorpirifos. Asimismo, este trabajo demuestra la importancia de ajustar adecuadamente la dosis a la vegetación y de cómo la distribución adecuada del producto podría permitir evitar las zonas que pueden actuar como reservorio de la plaga.

## Utilización de productos menos agresivos con el medio ambiente

El uso continuado de productos químicos en el campo puede causar varios problemas. Por un lado, los enemigos naturales de las plagas pueden verse afectados. Por otro, también pueden aparecer fenómenos de resistencia a los insecticidas y acaricidas. Además, el nivel de residuos de éstos en los frutos puede ser elevado si no se toman las medidas adecuadas. En este apartado presentaremos un trabajo orientado a la sustitución total o parcial de acaricidas por productos con menos impacto ecotoxicológico, como son los derivados de los aceites minerales.

Los aceites minerales actúan físicamente contra las plagas, con una acción de bloqueo sobre los orificios respiratorios, en la que inundan los tubos de respiración (tráqueas) y reducen la disponibilidad de oxígeno o evitan el intercambio de gases de los procesos metabólicos. Este mecanismo de acción afecta también a los huevos de los artrópodos pues, posiblemente, los aceites penetran en las cáscaras. También se acepta que puedan existir otros modos de acción, como narcosis e interrupción nerviosa, corrosión y destrucción celular, capaces de producir ciertas modificaciones en el comportamiento de los individuos

FIGURA 3.

Deposiciones al aplicar 3.000 l/ha en la parcela B. Valor medio de recubrimiento 48%.

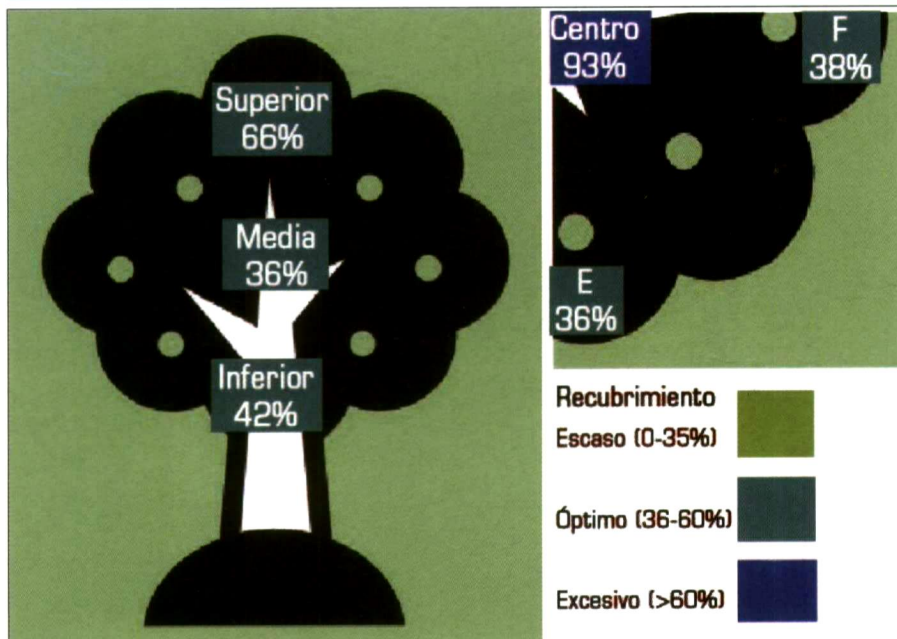
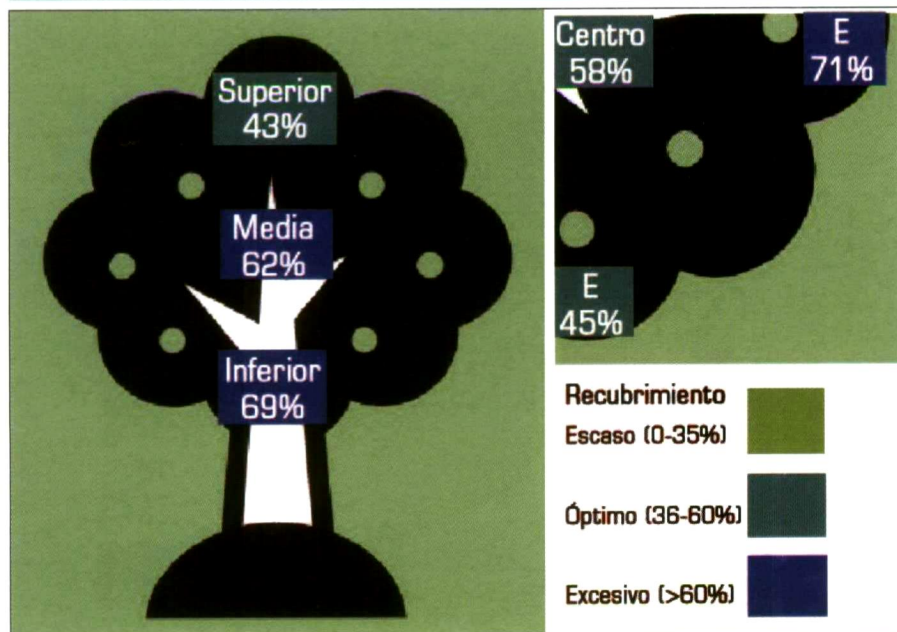


FIGURA 4.

Deposiciones al aplicar 5.000 l/ha en la parcela B. Valor medio de recubrimiento 58%.





(principalmente con respecto a la deposición de huevos y la alimentación).

Es importante resaltar que no se ha descrito la aparición de ninguna resistencia de artrópodos a los aceites minerales, y que se considera que su impacto sobre la salud y el medio ambiente es insignificante (Beattie y Hardy 2005, Beattie y Smith 1996, Liu y Beattie 2002). Por otra parte, su corto periodo de actividad residual no afecta gravemente a las poblaciones de los enemigos naturales, a pesar de que los depredadores y parasitoides en contacto con las gotitas de aceite también pueden verse afectados (Davidson 1991, Davidson *et al.* 1991, Riehl 1981, Urbaneja *et al.* 2008).

Los aceites minerales se caracterizan por su viscosidad, residuo insulfonable, temperatura de destilación y número de carbonos parafínicos (*nC*) (Agnello 2002). Su calidad y su eficacia para el control de plagas dependen de los valores de estos parámetros. Generalmente, dentro de un cierto rango, a mayor temperatura de destilación del petróleo, lo que equivale a mayor *nC*, producen más mortalidad en los artrópodos, pe-

ro también aumenta el riesgo de fitotoxicidad (Riehl 1988). Junto al aceite, en los formulados comerciales se añaden agentes emulsionantes y coadyuvantes. Aunque estos componentes probablemente no son tóxicos para las plagas, actúan en gran medida sobre las propiedades físico-químicas del caldo y, en consecuencia, influyen enormemente sobre la interacción entre la planta y la plaga y, por ende, en la eficacia del tratamiento (Agnello 2002, Zabkiewicz 2002).

### Control de ácaros

La eficacia de los productos fitosanitarios a base de aceites ha sido ampliamente estudiada en las principales plagas de los cítricos (Chueca *et al.* 2009b, Davidson 1991, Davidson *et al.* 1991, Herron *et al.* 1995, Urbaneja *et al.* 2008). En el caso de los ácaros, la mayoría de los estudios se centran en el ácaro rojo *Panonychus citri*, McGregor (*Acari: Tetranychidae*) (Cen *et al.* 2002, Herron *et al.* 1998, Trammel 1965). Sin embargo, hay muy poca información sobre la eficacia sobre la araña roja (*Tetranychus urticae*, Koch).

Este ácaro constituye actualmente una de

las plagas más importantes de los cítricos en la Comunidad Valenciana. Afecta sobre todo al limón y la clementina. Produce telas de araña y densas colonias en el envés de las hojas de clementino que lo protegen contra agentes externos. La araña succiona el contenido celular de las hojas causando manchas cloróticas en el haz de las mismas. Al final del verano ataca a los frutos, produciéndoles unas manchas características. Muchos productos fitosanitarios contra ácaros están siendo excluidos del anexo 1 de la Directiva 91/414 CEE (DOCE, 1991), que contiene la lista de las sustancias activas permitidas para el control de plagas en la Unión Europea.

El trabajo que se presenta a continuación se realizó en colaboración entre el Centro de Agroingeniería y la Unidad de Entomología, ambos pertenecientes al IVIA (Chueca *et al.*, 2009b). Los objetivos del trabajo fueron estimar la eficacia de cuatro formulados comerciales sobre los estadios de la araña roja (huevos, protoninfas y adultos), a cinco concentraciones (0,5; 1; 1,5; 2 y 3% v/v) (**cuadro II**).

La pulverización de la correspondiente solu-



La independencia  
da sus frutos

 **SAPEC**  
AGRO

[www.sapecagro.es](http://www.sapecagro.es)





Del 3 al 5 de Febrero/2011

# V Certamen Internacional de la Maquinaria de Forraje



www.cimag.es



XUNTA DE GALICIA

Encuentros Internacionales de Compradores. Proyecto cofinanciado por:



## DOSSIER CÍTRICOS

### CUADRO II.

Productos ensayados para el control de la araña roja.

Productos	Ingrediente activo <sup>(1)</sup>	Características del producto <sup>(2)</sup>
Aceite comercial 1	Aceite mineral (83% EC)	nC20-nC21 UR(3): 93,4% Viscosidad a 40°C: 8,5-11,5 cSt
Aceite comercial 2	Aceite mineral (85% EC)	nC21 UR: 92% Viscosidad a 40°C: 11,84 cSt
Aceite comercial 3	Aceite mineral (83% EC)	nC22-nC25 UR: 96% Viscosidad a 40°C: 8-10 cSt
Aceite comercial 4	Aceite mineral (81,49% EC)	nC24 UR: 98% Viscosidad a 40°C: 13 cSt
Acaricida comercial	Tebufenpyrad (200 g l <sup>-1</sup> EC)	

(<sup>1</sup>) Riqueza expresada como porcentaje peso/volumen.  
(<sup>2</sup>) Fuente: Fabricante.  
(<sup>3</sup>) UR: Residuo insulfonable.

ción de producto se realizó en laboratorio, con una Torre de Potter, a una presión de 1,5 bar, produciendo un depósito de caldo de aproximadamente 1,5 mg/cm<sup>2</sup>. Esto equivale a decir que a las concentraciones de 0,5; 1; 1,5; 2 y 3% se produjo una deposición de materia activa de 7,5; 15; 22,5; 30 y 45 µg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

Los experimentos para medir la eficacia de los productos se realizaron sobre adultos, protoninfas y huevos situados sobre un disco de hoja de judía de aproximadamente 4 cm de diámetro. Cada disco era infestado con doce adultos de menos de 48 h de edad o doce protoninfas de menos de 24 h de edad. En el caso de los huevos, alrededor de veinte hembras maduras se transfirieron a cada disco 24 horas antes del comienzo de la prueba. Posteriormente se retiraron los adultos y los huevos se controlaron para asegurarse de que al menos treinta huevos de menos de 24 horas de edad se habían establecido. Tras la pulverización, los discos se mantuvieron dentro de una cámara climática y la eficacia de control se calculó siete días después de la pulverización. Los efectos se compararon con los de un acaricida basado en tebufenpyrad al 0,035%. También se realizó un tratamiento testigo a base únicamente de agua.

Todos los tratamientos realizados tuvieron un efecto de control sobre los tres estados del ácaro. Los cuatro productos alcanzaron niveles de control similares a los del acaricida de síntesis a partir de concentraciones de 1%, con la excepción del aceite comercial 2, que redujo de manera comparable la eclosión de huevos únicamente a la concentración del 3%, y el aceite comercial 1 con el que se obtuvo similar mortalidad de adultos solamente a partir de concentraciones al 1,5%. En los experimentos, se observó que el aceite mineral 4 fue más eficaz que los otros, lo que puede indicar que los coadyuvantes pueden jugar un papel importante en la eficacia del producto, ya que los aceites minerales base de los productos son bastante similares. ●

### Bibliografía

Existe una amplia bibliografía a disposición de nuestros lectores que pueden solicitar en el e-mail: redaccion@eumedia.es